
起床時体温が低い幼稚園児の体温変動特性と降園後身体活動量

小泉佳右¹⁾, 真鍋求²⁾, 安藤啓³⁾

1) 千葉大学大学院国際学術研究院, 2) 東京外国語大学, 3) 国立スポーツ科学センター

The relationship between low body temperature at waking and physical activity after school for Kindergarten children

Keisuke KOIZUMI¹⁾, Motomu MANABE²⁾, Akira ANDO³⁾

1) Graduate School of Global and Transdisciplinary Studies, Chiba University

2) Tokyo University of Foreign Studies, 3) Japan Institute of Sports Sciences

Abstract

The purpose of this study was to explore the characteristics of body temperature fluctuation and physical activity of Kindergarten children with low body temperature at waking. The tympanum temperature of 77 children in Kindergarten (6.09 ± 0.32 years) was measured at waking during a weekday. Mean values and standard deviations were calculated. The low temperature group was defined as lower than 1 standard deviation below the mean value. The tympanum temperatures were measured at waking, after arrival at the Kindergarten, before lunch, before dinner, and before bedtime. In the low temperature group, the temperature at waking, before dinner, and before bedtime were lower than the mean value of the control group. The low temperature group also had lower values for the number of steps and shorter value for the physical activity time over 5 metabolic equivalents (METs) after Kindergarten when compared to the control group. Findings suggest that physical activity later in the day for Kindergarteners is related to fluctuations in body temperature.

I. 緒言

幼児期は食事や睡眠などの基本的な生活習慣を獲得する時期であるため、規則正しい生活リズムの中で過ごすことが重要である。特に年長児は、就学直前でもあるため健康的で主体的な生活リズムを形成していることが望ましいといえる。平成 29 年に告示された幼稚園教育要領 (2017) においても、1 日の生活の流れの中で行動できる習慣を身につけるために、領域「健康」のねらいの一部に「見通しを持って行動する」という文言を新たに明示し、1 日の生活の流れの中で行動できるようにする指導に要点を置いた改訂がなされた。

一方で、現代社会の生活の利便性の向上、生活スタイルの多様性の拡大、インターネット通信やスマ

ートフォンなどに代表される情報通信技術の普及は社会生活に大きな変化を与えている。これらは子どもたちの活動や行動様式にも変化を与えており、村田 (2000) は、小児期の身体活動量の経年的な減少を示すと同時に、生活の深夜化、食生活の変化およびストレスの増加との関連を指摘した。また泉ら (2010) は、テレビ・ビデオ等の視聴時間、就寝時刻および起床時刻が朝食の欠食と関係があり、生活リズムや睡眠時間帯の遅滞化に影響を及ぼす可能性があることを指摘している。

このような生活リズムの変化は、1 日の生活リズムを計る生理的指標にも影響を与えている可能性がある。生理的な概日リズム指標の 1 つとして、体温が挙げられる。1970~90 年代に小学 5 年生の起床時

体温を測定した木村ら（1997）の調査では、年代を追うごとに低下していることを報告しており、子どもの基礎体温が経年的に低下した可能性を述べている。中島ら（2011）は、小学校3～5年生を対象とした調査で、男子において、起床時体温が低い群のインターネットおよび携帯電話使用時間が長く、就床時刻が遅く、睡眠時間が短いことを示した。三宅（2014）は、幼児を対象として、起床時体温と就寝時刻や睡眠時間との間に相関関係があることを示した。これらの論文のように、生活習慣の変化により起床時体温が変化する可能性が指摘されている。

起床時体温低値化が生じる背景にはまだ不明な点が多いが、主に2つの仮説によって説明されることが多い（朝山，2012）。1つは基礎代謝等の低下によって平時の体温が低値化しているという説、もう1つは生活の深夜化によって体温の日内変動の位相も全体的に遅れているにもかかわらず、社会的要因によって起床せざるを得ないため、本来就寝中に示すはずの低い体温が計測されてしまうという説、である。

また一方で、起床時体温の低い子どもは、身体活動量が少ないことが考えられている。朝山（1999）は、朝の起床時の体温が35度台を示す小学5～6年生は、1日の歩数が少ないことを報告している。また柴田ら（2004）は、小学4年生を対象とした調査で、低体温の児童の身体活動量が少ないことを示した。幼児を対象にした調査では、起床時体温の低い幼児は外遊びをあまりしていないことがアンケート調査によって示され、同時に運動中の筋における血液貯留量の評価指標である筋ヘモグロビン/ミオグロビン濃度が低いことも示されたため、身体活動量と起床時体温の関連が筋における熱産生能の観点から議論された（小泉ら，2009）。

このように子どもの起床時体温と身体活動量低下には関連が予想されるが、不明な点が多い。問題点の一つとして、これまでの研究では身体活動量の評価において詳細な日内変動が考慮されていないことが挙げられる。本田（2000）は保育スケジュール中の幼児の歩数を調査したところ、保護者や保育士から活動的と認められている子はおとなしいと判断される子に比べて、保育カリキュラム中では差はみら

れないが、自由活動時間で歩数が多くなることを示した。田中（2009）は、運動能力測定の高得点児群は低得点児群と比べて、午前中よりも午後に身体活動量の差が大きくなることを示した。これらのことから、自由活動時間や午後の時間帯に身体活動量の個人差がより表出することが予想される。幼稚園では通常14時までの保育が一般的であるが、起床時体温の低い幼児は、降園後の身体活動量が少なく、体温の変動にも関連する可能性がある。

これらの先行研究を複合的に勘案すると、降園後の時間帯に身体活動量の個人差が生じる可能性が高く、降園後の身体活動量の差が体温変動特性に影響を与える可能性がある。そこで本研究では、幼稚園年長児を対象にして、起床時体温の低い幼児が有する1日の体温変動特性と幼稚園降園後の身体活動量について対照群と比較することで、その関係について検証することを目的とした。

II. 方法

1. 調査1 1日の体温変動および睡眠特性調査と群分け

A. 対象者

千葉県C市にある2園の幼稚園に通う年長児96名（男児46名、女児50名）を対象とした。2園の保育時間は10時00分から14時00分までであり、全ての測定は10～11月に実施した。本調査に際して、対象者の保護者に、調査の趣旨、目的および方法に関して書面で十分説明をし、署名を得ることによって、参加に同意するものとした。なお本研究は、千葉大学教育学部生命倫理審査委員会にて、倫理的、法的、社会的等観点から審査を受け、問題がないと承認された（千大教育総第340号）。

B. 1日の体温変動と群分け

全ての対象者に対して、1日を通した体温測定を実施した。測定日は、休日の過ごし方が生体リズムに与える影響をできるだけ避けるために、前日が祝休日でない平日の、起床直後、登園直後、昼食直前、夕食直前および就寝直前の5測定期の鼓膜温を測定した。登園直後および昼食直前の測定は測定者が幼

稚園にて実施し、起床直後、夕食直前および就寝直前の測定は、体温計を各家庭に配付して計測を依頼した。各家庭には、赤外線方式非接触型鼓膜温測定器 (MC-510、オムロン、東京)、操作方法を示す説明書および記録用紙を前々日までに配付し、事前に操作方法に慣れたうえで測定に臨むように依頼した。1 回の測定につき 3 回連続で計測し、3 回の結果を平均して測定結果とした。測定日に、せき、たん、鼻水、鼻づまり及びのどの痛みが認められかつ体温が上昇していたデータのある対象者は、調査の対象から除外した。その結果、77 名 (男児 36 名、女児 41 名) が対象者となった。対象者の年齢、身長および体重は、 6.09 ± 0.32 歳、 113.4 ± 5.4 cm および 20.06 ± 3.38 kg であった。

これら対象者の起床直後の体温を集計して平均および標準偏差を算出し、平均から 1 標準偏差減じた値よりも低い対象者 9 名 (男児 4 名、女児 5 名) を「起床時体温低値群」とした。また、「起床時体温低値群」以外の対象者の平均および標準偏差を算出して、平均から 1 標準偏差減じた値よりも高い対象者 58 名 (男児 28 名、女児 30 名) を「比較対照群」とした。なお、集団の群分けは同様の調査を小学 4 年生を対象にして実施した柴田ら (2004) の方法を参考にした。1 日の体温変動を各群で集計し、比較に用いた。

C. 睡眠時間に関する調査

対象者の保護者に対して、当該幼児の睡眠時間に関する調査を質問紙を用いて行った。質問は、「平均就寝時刻はいつになりますか?」、「平均的な就寝時刻に対して、1 時間以上早まるか遅くなる日数は 1 週間当たり何日ありますか?」、「平均起床時刻はいつになりますか?」および「平均的な起床時刻に対して、1 時間以上早まるか遅くなる日数は 1 週間当たり何日ありますか?」であり、平均就寝時刻と平均起床時刻との差から平均睡眠時間を算出した。

D. 統計処理

全てのデータは群ごとに集計して平均 ± 標準偏差で示した。体温指標については、群による体温変

動の関係を評価するため、群因子と計測期因子の 2 要因による二元配置分散分析を実施した。交互作用が認められた場合には、群因子については測定期ごとの対応のない t 検定、測定期因子については群ごとの一元配置分散分析と tukey の多重比較を下位検定として実施した。睡眠特性調査の各指標に関しては、群間で対応のない t 検定を実施した。いずれも有意水準は 5%未満とした。以上の検定には、IBM SPSS Statistics 26 (日本 IBM、東京) を用いた。

2. 調査 2 身体活動量調査 (追跡調査)

A. 対象者の抽出

調査 1 で「起床時体温低値群」となった対象者に、身体活動量に関する追跡調査を実施した。追跡調査をするうえで、改めて調査の趣旨、目的および方法に関して説明し署名を得ることで同意するものとし、結果として 8 名 (男児 4 名、女児 4 名) が協力することとなった。同時に「比較対照群」についても追跡調査を実施するため、ランダムに抽出し参加への同意が得られた 8 名 (男児 5 名、女児 3 名) を対象とした。測定は 10~11 月に実施した。

B. 身体活動量

抽出した各群の対象者には、3 次元加速度計内蔵歩数計 (アクティマーカー、パナソニック電工、大阪) の装着を依頼した。就寝、風呂、水泳などを除き、連続して 1 週間装着すること依頼した。測定項目は歩数および代謝当量 (metabolic equivalents: METs) であった。代謝当量は、安静座位でのエネルギー消費量を 1 と規定して、各活動中のエネルギー消費の程度を相対値で表す、活動の強度を示す指標である。この活動強度を求めるために、加速度データを使用した。データは 20 Hz で収集され、以下の式を用いて 1 分毎の合成加速度 (K_m) を算出した。

$$K_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\left(\sum_{i=0}^n x_i^2 + \sum_{i=0}^n y_i^2 + \sum_{i=0}^n z_i^2 \right) - \frac{1}{n} \left\{ \left(\sum_{i=0}^n x_i \right)^2 + \left(\sum_{i=0}^n y_i \right)^2 + \left(\sum_{i=0}^n z_i \right)^2 \right\} \right]}$$

ここで、n は 1 分間のデータ数 (20 Hz × 60 秒 = 1200 個)、 Σx 、 Σy および Σz は各軸の加速度成分の 1 分間の総和である。 K_m は酸素摂取量と相関することから、推定酸素摂取量を求め、1 分毎の代謝当量を

算出した (Yamada et al., 2009)。これらの1分毎データは歩数計の専用ソフトウェア (アクティマーカー解析ソフト、パナソニック電工) を用いて算出された。

各対象者の平日の1分毎データのうち、つけ忘れなどで記録のない時間帯があるデータを除外したところ、すべての対象者で3日以上データを確保できていた。この有効なデータの歩数および代謝当量について1分ごとの平均を算出して、各対象者の平日1分間隔データを算出した。

平日1分間隔データを使用して、1日の合計歩数および平均代謝当量を算出した。また、降園後時間帯の活動量を示すデータとして14時30分から17時00分までの時間帯のみのデータを抽出して、同時間帯の合計歩数および平均代謝当量を算出した。降園後時間帯の決定にあたり、幼稚園の降園時刻は14時00分であるが、帰宅までの時間を考慮して14時30分からの集計開始とし、日没を考慮して17時00分を終了とした。また、固定遊具遊びおよび構造化されていない屋外遊びなどの子どもが遊びの中で実施する活動が5.0 METsである (Ridley et al., 2008) ことから、5 METs以上の活動累計時間を集計し、同様に1日の累計と降園後時間帯の累計の双方を示した。

C. 統計処理

全てのデータは群ごとに集計して平均 ± 標準偏差で示した。起床時体温に関して、抽出された対象者の測定値が調査1で対象となった集団全体と差がみられないことを検証するために、群分けが1つの因子、調査1の集団と調査2で抽出した集団の分類がもう1つの因子 (抽出因子) とした、2要因による二元配置分散分析を実施した。身体活動量の各指標の群間の差の検定には、対応のないt検定を用いた。いずれも有意水準は5%未満とした。以上の検定には、IBM SPSS Statistics 26を用いた。

III. 結果

1. 調査1 1日の体温変動および睡眠特性

対象者全体の起床時体温は $36.10 \pm 0.39^\circ\text{C}$ であった。1標準偏差分を減じた値である 35.71°C よりも低値を示した9名で構成された起床時体温低値群の平均は $35.47 \pm 0.20^\circ\text{C}$ 、また58名の比較対照群の平均は $36.29 \pm 0.29^\circ\text{C}$ であった。

両群における各測定期の体温を図1に示した。起床直後、登園直後、昼食直前、夕食直前および就寝直前の体温は、起床時体温低値群においてはそれぞれ $35.47 \pm 0.20^\circ\text{C}$ 、 $35.97 \pm 0.29^\circ\text{C}$ 、 $36.44 \pm 0.55^\circ\text{C}$ 、 $35.78 \pm 0.35^\circ\text{C}$ および $35.57 \pm 0.31^\circ\text{C}$ であり、比較対照群においてはそれぞれ $36.29 \pm 0.29^\circ\text{C}$ 、 36.20

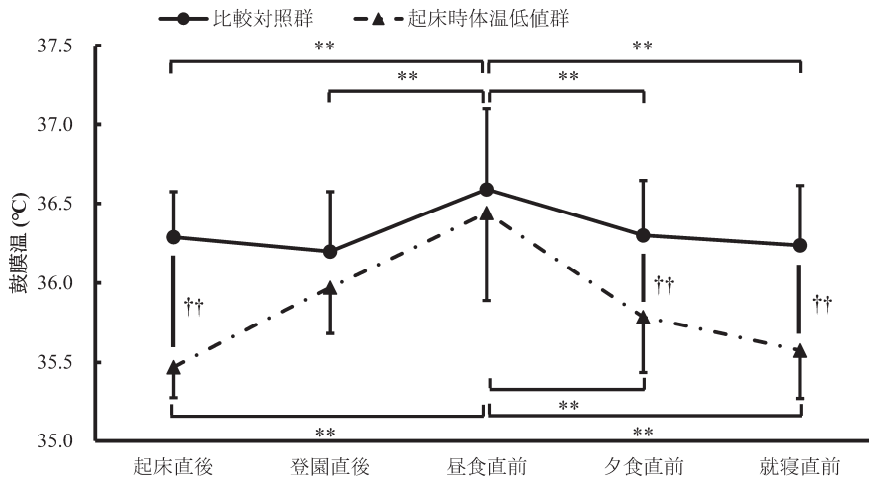


図1 1日の体温変動 (**; $p < 0.01$ (測定期間の差)、††; $p < 0.01$ (群間の差))

± 0.38°C、36.59 ± 0.51°C、36.30 ± 0.35°C および 36.24 ± 0.38°C であった。二元配置分散分析の結果、群因子および測定期因子の双方に有意差が認められ（それぞれ順に $F_1 = 8.79$, $p < 0.001$ および $F_1 = 14.0$, $p < 0.001$ ）、かつ交互作用も認められた ($F_{1,4} = 4.32$, $p < 0.01$)。したがって、それぞれの測定期ごとのデータで群間の差について対応のない t 検定を実施したところ、起床直後、夕食直前および就寝直前で起床時体温低値群が有意に低かった（起床直後、登園直後、昼食直前、夕食直前および就寝直前の順に、 $t_{65} = 8.28$, $p < 0.001$ 、 $t_{65} = 1.74$, $p = 0.09$ 、 $t_{65} = 0.81$, $p = 0.42$ 、 $t_{65} = 4.17$, $p < 0.001$ および $t_{65} = 5.03$, $p < 0.001$)。また、各群ごとに測定期間の差の検定を一元配置分散分析の検定をしたところ有意であった（それぞれ順に $F_1 = 9.32$; $p < 0.001$ および $F_1 = 10.3$, $p < 0.001$) ため、tukey の多重比較をしたところ、起床時体温低値群では、昼食直前が起床直後、夕食直前および就寝直前よりも高い（いずれも $p < 0.01$ ）こと、比較対照群では、昼食直前がその他のいずれの測定期よりも高い（いずれも $p < 0.01$ ）ことが認められた。

睡眠特性については、表 1 に示した。平均就寝時刻および平均起床時刻に有意な差は認められなかった（それぞれ順に $t_{65} = -0.280$, $p = 0.78$ および $t_{65} = 0.312$, $p = 0.76$)。またいずれの時刻に対して 1 時間以上早まるか遅くなる日数に有意な差は認められず（それぞれ順に $t_{65} = 1.10$, $p = 0.28$ および t_{65}

$= -0.988$, $p = 0.33$)、平均睡眠時間にも有意な差は認められなかった ($t_{65} = 0.717$, $p = 0.48$)。

2. 調査 2 身体活動量

追跡調査のために抽出された各群 8 名の起床直後体温は、起床時体温低値群では $35.45 \pm 0.20^\circ\text{C}$ および比較対照群では $36.48 \pm 0.24^\circ\text{C}$ であった。群因子には有意な差が認められた ($F_1 = 8.98$, $p < 0.001$) が、抽出因子には差は認められず ($F_1 = 1.02$, $p = 0.32$)、交互作用も認められなかった ($F_{1,1} = 1.58$, $p = 0.21$)。

合計歩数および平均代謝当量の集計値を、表 2 に示した。1 日を通した全日データはいずれも群間で有意な差はなかった（それぞれ順に $t_{14} = -0.192$, $p = 0.85$ および $t_{14} = -0.088$, $p = 0.93$)。14 時 30 分から 17 時 00 分まで時間帯のみのデータにおいて、起床時体温低値群の合計歩数は比較対照群よりも有意に少なかった ($t_{14} = 2.16$, $p < 0.05$)。降園後時間帯の平均代謝当量は、比較対照群の方が起床時体温低値群に比して大きい傾向があったが、有意な差はなかった ($t_{14} = 1.95$, $p = 0.07$)。

5 METs 以上の活動累計時間を表 3 に示した。全日データでは、群間で有意な差はなかった ($t_{14} = 1.64$, $p = 0.12$)。14 時 30 分から 17 時 00 分までのデータでは、起床時体温低値群で比較対照群よりも有意に短かった ($t_{14} = 2.74$, $p < 0.05$)。

表 1 睡眠特性

項目	比較対照群	起床時体温低値群
平均就寝時刻	21 時 14 分 ± 0 時間 43 分	21 時 10 分 ± 0 時間 39 分
1 時間以上早まるか遅くなる日数 (日/週)	1.13 ± 1.03	1.56 ± 1.24
平均起床時刻	7 時 16 分 ± 0 時間 38 分	7 時 21 分 ± 0 時間 28 分
1 時間以上早まるか遅くなる日数 (日/週)	0.89 ± 0.89	0.63 ± 0.74
平均睡眠時間	10 時間 2 分 ± 0 時間 33 分	10 時間 11 分 ± 0 時間 24 分

表 2 平日の身体活動量

	合計歩数 (歩)		平均代謝当量 (METs)	
	比較対照群	起床時体温低値群	比較対照群	起床時体温低値群
1 日の合計	17,200 ± 3,040	17,600 ± 3,970	1.80 ± 0.13	1.80 ± 0.08
降園後時間帯	5,590 ± 1,790	4,130 ± 1,050 *	3.10 ± 0.61	2.68 ± 0.21

*; $p < 0.05$

表3 平日の5 METs以上の活動累計時間(分)

	比較対照群	起床時体温低値群
1日の合計	57.3 ± 21.5	43.8 ± 11.9
降園後時間帯	24.2 ± 13.9	10.6 ± 5.7 *

*: p<0.05

IV. 考察

本研究では、起床時体温が平均よりも1標準偏差分低い幼児を「起床時体温低値群」と規定し、1日の体温日内変動と特に降園後活動時間における身体活動について調査した。

体温については、両群ともに昼食直前で高くなり、その後夕方に向けて低くなることが示された。日中の活動時間帯で体温が高まり、夜に向けて低下していく、典型的な体温の日内変動(本間, 2005)が認められたといえる。

一方で、群間を比較すると、夕食直前および就寝直前で、起床時体温低値群のほうが比較対照群よりも低かった。夕方以降の体温については、三宅ら(2004)は幼児を対象として、起床時の体温の低い幼児は、登園以降の日中の体温ではいったん差がみられなくなるが、就寝前の体温では再度有意に低値を示すことを報告した。中島ら(2011)は小学3~5年生を対象にした調査で、やはり起床時に体温が低い児童は、就床時に体温が低くなることを報告した。今回の結果は、これらの先行研究と同様の傾向を示すものであった。夕方以降の体温が比較対照群において高い理由については、降園後の身体活動量に関連があるものと考えられる。本研究では、降園後時間帯の歩数および子どもの遊びに相当する活動強度である5 METsよりも強度の高い活動の累計時間において、比較対照群のほうが有意に高値を示した。すなわち、比較対照群では、夕方に外遊びなどで活動的に過ごすことによって高まった体温が夕食直前や就寝直前まで持続していたものと考えられる。

本研究の起床時体温低値児群は比較対照群と比べて午後の身体活動量が低かった。日常的な身体活動量の低下が基礎代謝や熱産生能の低下を導き、起床時体温を低下させる可能性が以下のこれまでの研究から考えられる。我々の先行研究では、起床時体温

の低い幼児は、外遊びが少ないことと、運動中の筋における血液貯留量の直接的な評価指標であり、熱産生能を間接的に反映する評価指標である筋ヘモグロビン/ミオグロビン濃度が低値であることを報告した(小泉ら, 2009)。友田ら(1994)は、不登校の高校生と健常な大学生を対象としたデータを比較したところ、健常な大学生は睡眠時間帯の変動を含む1日の体温変動の振幅が約1.5°Cだったのに対して、不登校の生徒はその60%程度しかなかったことを報告している。このことは通常的生活活動によって日中の体温が高まることを示しており、一方で不活動では体温が高まらないことを示唆するものである。朝山(2012)も、子どもの低体温化に関する総説の中で、低体温化の最も大きな要因は、基礎代謝や安静時代謝の低下にあると自身の考えを述べている。大学生を対象とした調査では、運動習慣のない群に比べて、週3回以上のレジスタンス運動を実施している群あるいは週に1時間以上の持久性運動を実施している群のほうが、安静時代謝が高かったことを報告し、その理由として運動実施群の除脂肪体重が多い可能性を考察している(Ratcliff et al., 2011)。また、4歳児を対象として中高強度活動時間が多いと除脂肪体重が多いことが報告されている(Leppänen et al., 2016)。つまり、降園時間帯に習慣的に活動している幼児は除脂肪体重が相対的に高く、結果として安静時代謝を高めた可能性が考えられる。

緒言でも述べたように、起床時体温低値化が生じる仮説は2つあり、基礎代謝等の低下によって平時の体温が低値化しているという説と、生活の深夜化による体温の日内変動の位相遅延という説である(朝山, 2012)。本研究では後者と関連して、生活リズム調査として、平均就寝時刻および平均起床時刻、またいずれの時刻に対して1時間以上早まるか遅く

なる日数などを保護者に対してアンケート調査を実施した。しかし、すべての項目で両群間に差は認められなかった。体温についても、日内変動の位相が遅延しているような傾向はみられず、本研究の結果に関していえば前者の平時の体温が低値化している説を支持するデータが得られたといえよう。しかしながら、本研究によって後者の仮説が完全に否定されるわけではなく、以下の理由により今後の詳細な検討が必要である。まず、本研究の生活リズム調査は保護者によるアンケート形式での調査であるため、誤差を多く含んでいる可能性も否定できない。今後は、体動や姿勢変化などから入眠および起床の調査が可能な24時間装着型の測定器具を利用して、より客観的なデータ収集が必要であると考えられる。次に、対象者が幼児であることと対象者の人数や園活動への影響、保護者への協力依頼など実施体制を総合的に勘案して、1日の体温変動を起床直後、登園直後、昼食直前、夕食直前、就寝直前の5測定期で評価をしたが、測定ポイントを増やしたり経時的な測定方法を導入することなど、体温日内変動の変化を細やかに観察できる環境を考案し、体温の日内変動の位相遅延について検討する必要がある。

幼児において睡眠は発育発達の観点からも生活リズム形成の観点からも重要であり、睡眠の量と質、さらに生活リズムの中での規則性を確保するためにも、就床からスムーズに入眠できることが重要であると考えられる。本研究の就寝直前の体温に着目すると、比較対照群のほうが起床時体温低値群よりも高値であった。体温の低下と入眠との間に関連性があるといわれており (Tan et al., 2003)、体温が高いままである状態は睡眠に支障をもたらす可能性が懸念されるところである。

しかしながら、成人のデータではあるが、Aschoff (1983) は、日中に通常の活動をした対象者のほうが、日中にベッドレストで過ごした対象者よりも就寝前の体温は高いこと、一方で入眠時には高かった体温は大きく下がりベッドレストの対象者と同等になること、を示している。また Murphy et al. (1997) は、深部体温の低下速度が最大 (maximum rate of decline: MROD) を示す時と入眠の関係を調査したと

ころ、入眠のタイミングからさかのぼって1時間以内に MROD が示された対象者は中途覚醒時間が少なかったことを報告している。したがって、入眠は単なる深部体温の高低に関係するだけでなく、1時間以内に生じる急激な深部体温低下が良質な睡眠と密接に関係する、と考えることができる。さらに、内山ら (2014) は、いわゆる「冷え症」の人の特性として、手足の末梢が冷たいと深部体温との温度差が少ないがゆえに熱放散の効率が悪く深部体温を下げるができないうえに、睡眠への移行が妨げられる可能性があることを指摘している。これらの研究から、就寝直前の体温高値は、その後の急激な体温低下を生じやすい環境下にあること、つまり中途覚醒の少ない良質な睡眠を得るために有益に作用する可能性がある、といえる。今回は、入眠時の体温変化は計測しておらず、就床してから入眠までの時間などの睡眠に関する正確で客観的なデータも把握していないため、就寝直前の体温が睡眠にどのように影響をもたらしているかは不明である。睡眠は発育期である幼児期においては成長に非常に重要であるため、前述したように入眠時刻が客観的に調査できるデバイスや複数の体温指標を活用して、体温、睡眠、身体活動の三者の関係性についてさらに明らかにしていくことが、体温変動を含んだ子どもの生活リズムの確立のためのヒントが得られるかもしれない。

V. 結論

幼稚園年長児を対象とし、1日の鼓膜温変動および身体活動量を調査した。起床直後の体温が、平均から標準偏差を減じた値よりも低い値を示した「起床時体温低値群」と、その他の「比較対照群」と群分けして比較検討したところ、起床時体温低値群では比較対照群に比べて、起床直後、夕食直前及び就寝直前の鼓膜温が低かった。また、起床時体温低値群では14時30分から17時00分までの降園後時間帯の歩数が少ないこと、5 METs 以上の活動累計時間が短いことが示され、降園後の過ごし方による身体活動が体温変動に関連する可能性が示唆された。

VI. 参考文献

- 朝山正己 (1999) 子どもの体温について—いわゆる「低体温児」の実態—。臨床体温, 17 : 3-9.
- 朝山正己 (2012) 子どもの低体温化を考える。医学のあゆみ, 242 : 856-860.
- Aschoff, J. (1983) Circadian control of body temperature. *J. Therm. Biol.*, 8: 143-147.
- 泉秀生・前橋明 (2010) 幼児の生活実態に関する考察—保育園児の朝食欠食と生活要因との関連—。運動・健康教育研究, 18 : 17-27.
- 本田恵 (2000) 生活習慣病予防とスポーツ。小児科診療, 63 : 902-906.
- 本間研一 (2005) 概日リズムの生理学。本郷利憲ほか編, 標準生理学第 6 版。医学書院 : 東京, pp. 843-850.
- 木村慶子・南里清一郎・米山浩志・井手義顕・玄葉道子・齊藤郁夫・中川真弥・松尾宣武 (1997) 児童の体温に関する研究。慶應保健研究, 29:81-85.
- 小泉佳右・下永田修二・真鍋求・大木みわ (2009) 起床時体温が低い幼児の組織酸素動態及び手掌発汗速度。千葉体育学研究, 32 : 1-7.
- Leppänen, M.H., Nyström, C.D., Henriksson, P., Pomeroy, J., Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Cadenas-Sánchez, C., and Löf, M. (2016) Physical activity intensity, sedentary behavior, body composition and physical fitness in 4-year-old children: results from the ministop trial. *Int. J. Obes.*, 40: 1126-1133.
- 三宅孝昭 (2014) 幼児の起床・就寝時刻, 身体活動量, 体温の実態とそれらの関連性。幼少時健康教育研究, 20 : 39-48.
- 三宅孝昭・松浦義昌・清水教永 (2004) 幼児の体温に及ぼす身体活動の影響について。運動・健康教育研究, 13 : 19-26.
- 文部科学省 (2017) 幼稚園教育要領。フレーベル館, p. 14.
- 村田光範 (2000) 小児科医からみたこどもの生活習慣病。小児科診療, 63 : 815-821.
- Murphy, P.J., and Campbell, S.S. (1997) Nighttime drop in body temperature: A physiological trigger for sleep onset? *Sleep* 20: 505-511.
- 中島綾子・鹿野晶子・野井真吾 (2011) 小学生における体温の実態と生活の関連。発育発達研究, 51 : 81-91.
- Ratcliff, L., Gropper, S.S., White, B.D., Shannon, D.M., Huggins, K.W. (2011) The influence of habitual exercise training and meal form on diet-induced thermogenesis in college-age men. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 21: 11-18.
- Ridley, K., Ainsworth, B.E., and Olds T.S. (2008) Development of a compendium of energy expenditures for youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 5: 45.
- 柴田真志・鶴木秀夫・土肥隆・松村浩貴・神吉賢一 (2004) 起床時体温低値男児児童の身体活動, 心臓自律神経活動動態および体温概日リズム特性。体育学研究, 49 : 295-303.
- Tan, X., Uchiyama, M., Shibui, K., Tagaya, H., Suzuki, H., Kamei, Y., Kim, K., Aritake, S., Ozaki, A., and Takahashi, K. (2003) Circadian rhythms in humans' delta sleep electroencephalogram. *Neurosci Lett.*, 344: 205-208.
- 田中沙織 (2009) 幼児の運動能力と身体活動における関連について。保育学研究, 47 : 8-16.
- 友田明美・三池輝久・上園慶子・川崎晃一 (1994) 不登校児における深部体温の概日リズム障害。臨床体温, 14(2) : 85-89.
- 内山真・降旗隆二 (2014) ヒトの体温調節と睡眠。日本温泉気候物理医学会雑誌, 78 : 6-9.
- Yamada, Y., Yokoyama, K., Noriyasu, R., Osaki, T., Adachi, T., Itoi, A., Naito, Y., Morimoto, T., Kimura, M., and Oda, S. (2009) Light-intensity activities are important for estimating physical activity energy expenditure using uniaxial and triaxial accelerometers. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 105: 141-152.